PART7 星団

目標　散開星団と球状星団の特徴を，星団内の恒星の種族を含めて説明できる。

Chapter1　星団

恒星は星間雲から形成されますが，1 つの星間雲につき 1 つの恒星が形成されるというわけではありません。ここでは，恒星の集まりである星団について学びましょう。

散開星団と球状星団

・**星団とは**

空間的に半径数十～ 100 光年程度の近い範囲にあって，重力によりまとまっている恒星の集まりを**星団**という。

多くの場合，星団を構成する恒星は形成された時期がほぼ同じだと考えられる。

知っておこう
星団の見かけの大きさは，実際の大きさだけでなく星団までの距離によっても変化します。大きなものでは，満月より大きく見えるものもあります。

・**散開星団**

（10^2 ～ 10^3 / 10^5 ～ 10^6）個程度の恒星が不規則に集まり，比較的まばらに見えるものを**散開星団**という。

散開星団は，星間雲を伴っていることが多い。

・**球状星団**

（10^2 ～ 10^3 / 10^5 ～ 10^6）個程度の恒星が密集して，まるく見えるものを**球状星団**という。

球状星団は，星間物質をほとんど伴わない。

恒星の種族と星団の年齢

・**恒星の種族**

種族Ⅰ……He より重い元素の割合が（大きい / 小さい）恒星

種族Ⅱ……He より重い元素の割合が（大きい / 小さい）恒星

→重い元素は恒星から放出されて宇宙に供給されるので，重い元素の割合が小さい（種族Ⅰ / 種族Ⅱ）の恒星は宇宙初期に誕生したと考えられる。

・**散開星団の年齢**

散開星団には赤色巨星が非常に少なく，進化の速い（中～大質量星 / 小質量星）を含む多くの恒星が主系列星の段階にある。（種族Ⅰ / 種族Ⅱ）の恒星からなる。

→星団の形成から時間があまり経っていない。

・**球状星団の年齢**

球状星団には赤色巨星が多く，主系列星の段階にあるのは（中～大質量星 / 小質量星）がほとんどである。（種族Ⅰ / 種族Ⅱ）の恒星からなる。

→星団の形成から長い時間が経っている。

知っておこう

宇宙形成直後において，宇宙には H と He 以外の元素がほとんど存在しませんでした。そのため，宇宙形成直後に形成された最初の恒星は He より重い元素を含まなかったと考えられています。このような恒星を種族Ⅲと呼びますが，今のところ観測によって確認された例はありません。

知っておこう

散開星団には，数百万年前に形成されたと考えられる新しいものがあります。その一方で，球状星団には，約 130 億年前に形成されたと推定されている非常に古いものがあります。

星団による年齢の違いは，それほど大きいのです。

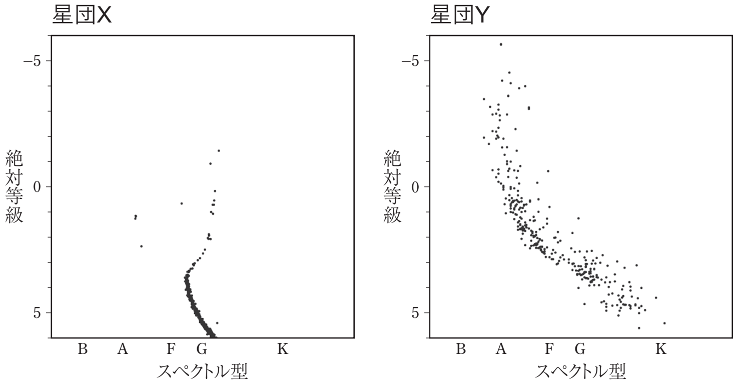
まとめ

・散開星団は，種族＿＿の恒星からなる若い星団で，多くの恒星が主系列星の段階にある。

・球状星団は，種族＿＿の恒星からなる古い星団で，多くの恒星が主系列星の段階を離れている。

Chapter2　演習問題

次の図は，2 つの星団の HR 図です。ここでは，これらの図を用いて星団の特徴について確認しましょう。



問題(1)　2 つの星団の HR 図について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

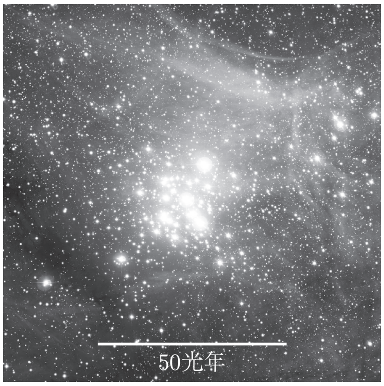
星団 X の HR 図では，絶対等級の大きな部分において，恒星が左上から右下に向かう曲線状に分布している。これらの恒星は主系列星であり，比較的（明るく ／ 暗く），表面温度の（高い ／ 低い）恒星のみ主系列星の段階にあることがわかる。

星団 Y の HR 図では，恒星が全体的に左上から右下に向かう曲線状に分布している。つまり，ほとんどの恒星が主系列星の段階にあるといえる。

ここで，主系列星は絶対等級が小さいほど質量が（大きく ／ 小さく），寿命は（長い ／ 短い）。そのため，星団 X は質量の（大きな ／ 小さな）恒星が既に主系列星の段階から離れた古い星団であるといえる。星団 Y はほとんどの恒星が主系列星の段階にあるため，若い星団だと考えることができる。ヘリウムより重い元素をほとんど含まない（種族Ⅰ ／ 種族Ⅱ）の恒星からなるのは（星団 X ／ 星団 Y）である。

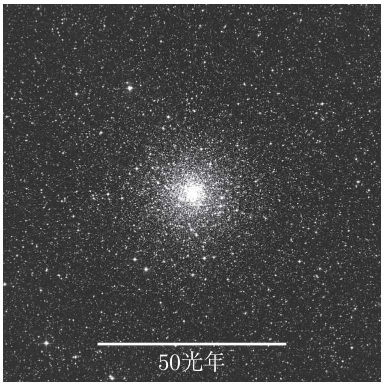
問題⑵　次の図は，それぞれ星団 X と星団 Y のうちいずれかの写真を示したものです。これらの図について述べた下の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

a



(ESO/G. Beccari)

b



(ESA/Hubble, Digitized Sky Survey 2)

上の図の a は明るい恒星が不規則に分布しており，（散開星団 / 球状星団）と呼ばれる星団である。全体的にぼんやりと光っているものは（散開星団 / 散光星雲）と呼ばれ，この領域は新しい恒星の形成される場所であることを示している。

また，上の図の b は多くの天体が対称的に分布しており，（散開星団 / 球状星団）と呼ばれる星団である。a のようなぼんやりと光る部分はなく，この領域では新しい恒星の形成は起こっていないと考えられる。

これらのことを**問題⑴**の結果とあわせると，上の図の a は（星団 X / 星団 Y），b は（星団 X / 星団 Y）の写真だと考えられる。

第 20 講 PART7 確認問題

問 1 次の文章を読み，下の問いに答えよ。

半径数十～ 100 光年程度の範囲にあって，重力によりまとまっている恒星の集まりを星団という。このうち，（ ア ）個程度の恒星が不規則に集まり，比較的まばらに見えるものを（ イ ）といい，星間雲を伴っていることが多い。また，数十万～数百万個程度の恒星が密集して，まるく見えるものを（ ウ ）といい，星間物質をほとんど伴わない。

He より重い元素の割合が大きい恒星を種族Ⅰといい，（ エ ）恒星である。一方，He より重い元素の割合が小さい恒星を種族Ⅱといい，（ オ ）恒星である。（ イ ）に属する恒星は（ カ ）で，（ ウ ）に属する恒星は（ キ ）である。

(1) 空欄ア～ウに入る数値や語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ア：10 イ：散開星団 ウ：球状星団
② ア：10 イ：球状星団 ウ：散開星団
③ ア：100 ～ 1000 イ：散開星団 ウ：球状星団
④ ア：100 ～ 1000 イ：球状星団 ウ：散開星団

(2) 空欄エ～キに入る語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① エ：若い オ：年老いた カ：種族Ⅰ キ：種族Ⅱ
② エ：若い オ：年老いた カ：種族Ⅱ キ：種族Ⅰ
③ エ：年老いた オ：若い カ：種族Ⅰ キ：種族Ⅱ
④ エ：年老いた オ：若い カ：種族Ⅱ キ：種族Ⅰ

＜ Note ＞

第 20 講　恒星

PART1　天体の等級

問題(1)　ア：$\frac{1}{100}$　イ：n　ウ：$\frac{m}{5}$

問題(2)　エ：2　オ：$\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$

問題(3)　カ：10　キ：$\frac{m-M}{5}$　ク：$\left(\frac{10}{d}\right)^2$　ケ：5　コ：5

PART2　恒星のスペクトル型

問題(1)　絶対温度，反比例，ウィーンの変位則，高く，低い，大気，Hα線，水素原子，高い

問題(2)　フラウンホーファー線

問題(3)　G 型

PART3　HR 図

問題(1)　ア：σT^4　イ：$4\pi R^2$　ウ：$4\pi\sigma T^4 R^2$　エ：$4\pi\sigma T_S^4 R_S^2$　オ：4　カ：2

問題(2)　【※図参照】

問題(3)　大きい，M 型，0.01 倍，大きい

PART4　主系列星の質量と寿命

問題(1)　比例，反比例

ア：M　イ：L　ウ：M_S　エ：L_S　オ：$\frac{M}{M_S}$　カ：$\frac{L}{L_S}$

問題(2)　キ：4

問題(3)　100，10000，10，1000 万，10，3000 億

PART5　太陽質量の恒星の一生

問題(1)　ア：4　イ：2　ウ：2　エ：4　オ：3　カ：7

問題(2)　キ：−3　ク：10

PART6　さまざまな恒星の一生

問題(1)　ア：$\frac{1}{16}$　イ：10000　ウ：160000　エ：400

2

オ：$\frac{1}{100}$

地球と同程度

問題(2)　100 万分の 1，1.4，10^6

問題(3)　60000，1.4，5×10^{14}

PART7　星団

問題(1)　暗く，低い，大きく，短い，大きな，種族Ⅱ，星団 X

問題(2)　散開星団，散光星雲，球状星団，星団 Y，星団 X

PART8　連星

問題(1)　15

問題(2)　第 3 法則，2.0

ア：3.2　イ：1.4　ウ：0.6

第 20 講　PART7　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：

100 ～ 1000 個の恒星が不規則に集まり，まばらに見える星団を散開星団，数十万～数百万個の恒星が密集して，まるく見える星団を球状星団という。

(2)　①

解説：

種族Ⅰの恒星は He より重い元素の割合が大きく，年齢が若い。散開星団に属する恒星は種族Ⅰに分類される。種族Ⅱの恒星は He より重い元素の割合が小さく，年老いた恒星である。球状星団に属する恒星は種族Ⅱに分類される。